LE NEUTON
DE LA JEUNESSE,
OU
DIALOGUES INSTRUCTIFS
ENTRE UN PÈRE ET SES ENFANS.

Se trouve

CHEZ
- l'Éditeur, rue de la Sonnerie, N.° 1.
- DEBRAY, Libraire, rue Saint-Honoré, Barrière des Sergens.
- BILLOIS, Lib., Quai des Augustins.
- MONGIE, Lib., Palais du Tribunat.
- MARCHAND, Libraire, Palais du Tribunat.
- FAVRE, palais du Tribunat.

LE NEUTON DE LA JEUNESSE,

OU

Dialogues instructifs entre un père et ses enfans, sur la Mécanique, l'Astronomie, la Physique et la Chimie ;

OUVRAGE

Qui met les lois et les phénomènes de la nature à la portée des conceptions les moins formées et des personnes sans instruction.

Expliquez de bonne heure à vos enfans les faits naturels qui se passent journellement sous leurs yeux, et vous en ferez des hommes ; indiquez-leur, si vous le savez, la raison pour laquelle un fruit mûr se détache de l'arbre, et vous leur donnerez la clef du système de l'univers WATSON.

TRADUCTION DE L'ANGLAIS

Par T. P. BERTIN,

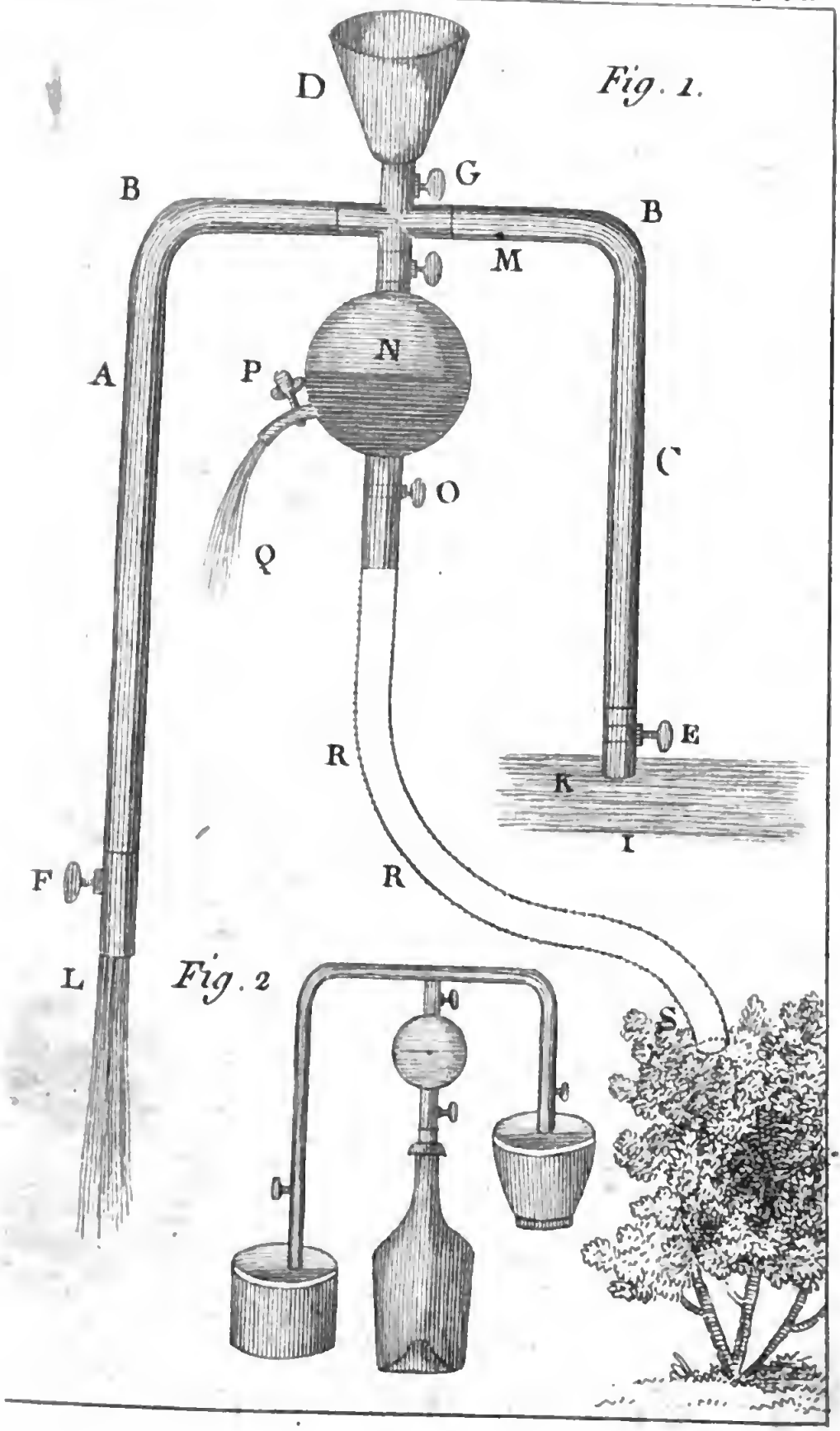
ornée de cinq figures.

TOME II.

A PARIS,

AN XII. — 1804.

Syphon interrompu, inventé par T. P. Bertin.



LE NEUTON DE LA JEUNESSE,

OU

Dialogues instructifs et amusans entre un père et sa petite famille.

DIALOGUE VIII.

De l'attraction de gravitation.

CHARLES.

JE m'imagine, d'après ce que vous nous avez dit hier, qu'à l'aide de votre montre à secon-

des, je pourrais désigner la hauteur d'un endroit quelconque, en observant le nombre des secondes qu'une balle de marbre, ou un corps pesant quelconque, mettrait à tomber de cette hauteur.

LE PÈRE.

Comment en feriez-vous le calcul ?

CHARLES.

Je multiplierais successivement tous les espaces décrits par les secondes, et ensuite je les additionnerais ensemble.

LE PÈRE.

Expliquez-vous d'une manière plus détaillée. — Supposons, par exemple, que vous laissassiez tomber un gros sou ou une balle de marbre dans cette espèce de gouffre que nous aperçûmes dans une carrière près de Ramsgate, et qu'elle fût exactement cinq secondes à descendre jusqu'au fond, quelle serait la profondeur de ce précipice?

CHARLES.

Dans la première seconde, elle tomberait de 16 pieds; dans

la suivante, de trois fois 16, ou de 48 pieds; dans la troisième, de cinq fois 16 ou de 80 pieds; dans la quatrième, de sept fois 16 ou de 112; et dans la cinquième seconde, de neuf fois 16 ou de 144 pieds. Maintenant, si j'additionne ensemble 16, 48, 80, 112, et 144, le total sera de 400 pieds, qui, d'après votre règle, font la profondeur du gouffre.

LE PÈRE.

Quoique votre calcul soit exact, il n'a pas été fait de la manière dont la nature à cou-

tume d'opérer; c'est-à-dire, que vous n'avez pas employé les procédés les plus courts.

CHARLES.

Je serais charmé de connaître une méthode plus facile : celle-ci, cependant, est très-simple; elle n'exige que la multiplication et l'addition.

LE PÈRE.

Cela est vrai ; mais supposons que je vous eusse donné un exemple dans lequel le nombre des secondes eût été de cinquante, au lieu de cinq, il vous eût fallu une heure ou

deux pour faire l'opération ; au lieu que, par le procédé que je vais vous indiquer, vous pourriez la faire en une demi - minute.

CHARLES.

En ce cas, mon papa, faites-le-moi connaître ; j'espère qu'il sera facile à retenir.

LE PÈRE.

Très-facile ; on ne peut pas l'oublier quand une fois on le possède. Voici cette règle : « *Les espaces décrits par un corps qui tombe librement de l'état de repos, augmentent*

comme les carrés des temps.» Vous n'avez, en conséquence, qu'à prendre le carré du nombre des secondes, ce qui, comme vous le savez, est multiplier le nombre par lui-même, et multiplier ensuite ce total par 16 pieds, espace que le grave décrit dans la première seconde, et vous avez la solution désirée. Faites maintenant l'essai sur l'exemple du gouffre.

CHARLES.

Le carré de 5 pour le temps est de 25, qui, multipliés par 16, donnent 400, nombre que

j'avais trouvé la première fois; s'il y eût eu 50 secondes, la réponse eût été: 50 fois 50 font 2500; or, ce nombre multiplié par 16 donne 40,000 pour l'espace parcouru, c'est-à-dire pour la hauteur que l'on recherche.

LE PÈRE.

Fort bien. Il faut maintenant que je fasse une question à votre sœur, pour savoir comment elle a compris ce sujet. Supposons, Emma, que, d'après ma montre, le temps pendant lequel la flèche de votre frère est restée en l'air soit exac-

tement de six secondes, à quelle hauteur a-t-elle dû s'élever ?

EMMA.

Ceci est un cas absolument différent, puisqu'il faut considérer en même temps l'ascension et la chute de la flèche.

LE PÈRE.

Mais il faut que vous sachiez que le temps de l'ascension est toujours égal à celui de la descente ; car, de même que la vitesse de la chute est produite par l'attraction de gravité, de même la vitesse de l'ascension est détruite par cette puissance.

EMMA.

La flèche n'a été que trois secondes à tomber; or, le carré de 3 est 9, qui, multiplié par 16 pour le nombre de pieds décrits dans la première seconde, égale 144, hauteur à laquelle elle s'est élevée.

LE PÈRE.

Bien! Maintenant, Charles, si je vous procure un arc qui décochera une flèche avec assez de roideur pour l'élever à une hauteur telle, qu'elle mettra 14 secondes à tomber, pourriez-vous me dire au juste quelle sera cette hauteur?

CHARLES.

Oh! je puis maintenant vous répondre sans hésiter. Elle mettra à tomber 7 secondes, dont le carré est 49; et ce nombre, multiplié par 16, donnera 784 pieds, hauteur demandée.

LE PÈRE.

Si vous vouliez maintenant considérer l'exemple dans lequel vous avez suivi une marche beaucoup trop longue, vous reconnaîtriez que la règle que je vous ai donnée est de la dernière justesse. Dans la première seconde le grave est tombé de

16 pieds, et dans la suivante de 48 : ces deux nombres joints ensemble donnent 64, qui est le carré de deux secondes multipliées par 16. La même règle est aussi exacte pour les trois premières secondes; car, dans la troisième seconde, la flèche est tombée de 80 pieds, qui, ajoutés aux 64, donnent 144, égal au carré de trois multiplié par 16. Dans la quatrième, elle est tombée à 112 pieds, qui, ajoutés à 144, donnent 256, égal au carré de 4 multiplié par 16 ; et dans la cinquième seconde, elle est tombée à 144 pieds, qui, ajou-

tés à 256, donnent 400, égal au carré de 5 multiplié par 16. Ainsi vous voyez que le calcul est juste dans toutes ses parties, et qu'il est incontestable que *les espaces décrits par les graves qui tombent librement de l'état de repos, augmentent comme les carrés des temps.*

CHARLES.

Je suis sûr que je n'oublierai pas cette règle; je me propose bien aussi de montrer à mon cousin Henri le moyen de connaître la hauteur à laquelle sa flèche se sera élevée.

LE PÈRE.

Le meilleur moyen de conserver les connaissances que nous avons acquises est d'en faire part aux autres.

CHARLES.

Il est très-heureux, en vérité, que donner soit la meilleure méthode de conserver; car c'est, suivant moi, une chose délicieuse que de pouvoir obliger ses amis.

LE PÈRE.

Je n'ai plus qu'un mot ou deux à vous dire sur ce sujet important : A raison de ce que les *espaces* parcourus augmen-

tent comme les carrés des temps, les vitesses des corps tombans croissent dans les mêmes proportions que ces espaces; car vous savez que la vitesse doit se mesurer par l'espace décrit; ainsi, lorsqu'une personne parcourt six milles en une heure, et qu'une autre parcourt douze milles dans le même temps, la seconde marche avec le double de vitesse de l'autre : conséquemment les vitesses des graves croissent comme les carrés des temps.

Si maintenant vous comparez les espaces décrits par les

graves dans différens *intervalles de temps pris séparément* et dans leur ordre, à dater du commencement de la chute, ces espaces décrits, et, conséquemment aussi leurs vitesses, sont les uns aux autres comme les nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, etc. pris dans leur ordre naturel, ainsi que vous l'observerez en réfléchissant aux exemples ci-dessus mentionnés.

Nous terminerons ici notre présent entretien.

DIALOGUE IX.

Sur le centre de gravité.

LE PÈRE.

Nous allons parler maintenant du *centre de gravité*, qui est le point d'un corps dans lequel sa pesanteur entière est comme concentrée, et sur lequel, si ce corps est librement suspendu, il restera en repos, s'efforçant, dans toute autre position, de descendre au point le plus bas auquel il puisse parvenir.

CHARLES.

Tous les corps, quelque forme qu'ils aient, ont donc un centre de gravité ?

LE PÈRE.

Oui, sans doute ; et si vous concevez une ligne tirée du centre de gravité d'un corps vers le centre de la terre, cette ligne se nommera *ligne de direction*, le long de laquelle tout corps qui n'est pas soutenu s'efforcera de tomber.

Si je place la pièce de bois A, (*pl. 1, fig. 7.*) sur le bord d'une

table, et que je suspende un petit poids par l'épingle *a* à son centre de gravité, la ligne de direction *ab* tombe dans sa base, et c'est par cette raison que, quoique la pièce de bois penche, elle ne peut pas tomber et reste ferme sur son point d'appui ; mais, si sur A l'on place une autre pièce de bois B, il est évident que le centre de gravité du tout se trouvera élevé à *c*, point auquel si l'on suspend un poids, on trouvera que la ligne de direction descendra hors de la base, et que le corps sera forcé de tomber.

EMMA.

Je crois voir maintenant la raison du conseil que vous me donnâtes lorsque nous traversions la Tamise dans un batelet.

LE PÈRE.

Je vous ai dit que, si jamais vous étiez surprise par une tempête ou par un coup de vent, tandis que vous seriez sur l'eau, il ne fallait jamais que vos craintes triomphassent assez de votre présence d'esprit pour vous faire quitter votre siége, parce qu'en agissant ainsi, vous élevez le centre de gravité de la

barque, et que, comme je viens de vous le prouver par notre dernière expérience, vous augmentez le danger. Si donc toutes les personnes d'un batelet avaient le bon esprit, au moment du péril, de se glisser sur-le-champ de leurs siéges au fond du batelet, le risque diminuerait considérablement, parce que le centre de gravité se trouverait ramené bien plus bas dans la barque. Le même principe est applicable aux personnes qui sont en danger de verser dans une voiture quelconque.

EMMA.

En ce cas, mon papa, ces carrosses publics qui chargent leur impériale d'une douzaine de personnes, et même plus, ne peuvent pas être sûrs pour les voyageurs ?

LE PÈRE.

Non, sans doute.

CHARLES.

Je sais maintenant que plus le centre de gravité est près de la base d'un corps, plus il a d'aplomb.

LE PÈRE.

Certainement, et c'est la rai-

son pour laquelle les corps coniques se tiennent si fermes sur leurs bases; leur sommité étant en effet fort petite en comparaison des parties inférieures, le centre de gravité devient très-bas, et si le cône est droit ou perpendiculaire, la ligne de direction tombe au milieu de la base, ce qui est une autre propriété fondamentale de la solidité des corps; car plus la base est large et plus la ligne de direction se trouve à son milieu, plus le corps se tient ferme : mais si la ligne de direction tombe près du

bord, le corps est facile à renverser.

CHARLES.

Est-ce là la raison pour laquelle une bille roule si facilement sur un plan horizontal ?

LE PÈRE.

Oui, car dans tous les corps sphériques la base n'est qu'un point, et la plus petite force suffit par conséquent pour en écarter la ligne de direction ; ainsi il est évident que les corps pesans placés sur un plan incliné glisseront sur le plan tant que la ligne de direction tombera

dans la base; mais qu'ils rouleront lorsque cette ligne tombera hors de la base. Le corps A (*pl. 1, fig. 8.*) glissera le long du plan incliné DE; mais les corps B et C rouleront dessus.

EMMA.

J'ai vu des édifices qui penchaient au-delà de la ligne perpendiculaire. Pourquoi ne tombent-ils donc pas?

LE PÈRE.

Il ne suit pas de ce qu'un édifice penche, que le centre de gravité ne descend pas au

dedans de sa base. Il y a une tour très-élevée à Pise, ville d'Italie, qui penche de 15 pieds en dehors de la perpendiculaire. Les étrangers tremblent en passant à côté d'elle; mais cependant l'expérience a démontré que la ligne de direction tombe en dedans de sa base, et par conséquent cette tour restera debout tant que les matériaux qui la composent ne se sépareront pas.

Il existe à Bridge-North, dans le Shropshire, un mur qui se trouve dans la même situation, car tant que la ligne *c b* (*pl.* 2,

fig. 9) qu'on laissera tomber du centre de gravité *c* du bâtiment A B, passera dans la base C B, l'édifice restera solide, à moins que les matériaux dont il est construit ne viennent à s'ébouler.

CHARLES.

Il peut être très-utile dans beaucoup de cas de connaître la méthode de trouver le centre de gravité dans différentes espèces de corps.

LE PÈRE.

Il est à cet égard plusieurs règles fort faciles à suivre relativement aux corps mobiles;

je me contenterai d'en citer une qui dépend de la propriété que le centre de gravité a de chercher toujours à descendre au point le plus bas. Si un corps A, (*pl. 2, fig. 10.*) est librement suspendu à une épingle *a*, et qu'un fil à plomb *a* B soit attaché par la même épingle, le fil à plomb traversera le centre de gravité, car ce centre ne se trouve au point le plus bas que lorsqu'il tombe dans la même ligne que le fil à plomb. Tracez alors la ligne *a* B, puis suspendez le corps par un autre point, comme D, par exem-

ple, avec le fil à plomb DE qui traversera aussi le centre de gravité, par la même raison que ci-dessus; et, comme le centre de gravité est quelque part dans *a* B, et dans quelque point aussi de D E, il doit être dans le point C où ces lignes se croisent.

DIALOGUE X.

Du centre de gravité.

CHARLES.

COMMENT ces gens qui chargent leurs fourgons de substances légères, comme de foin, de laine, etc. peuvent-ils donc parvenir à trouver le centre de gravité?

LE PÈRE.

Il est possible qu'aucun d'entr'eux n'ait seulement pas même entendu parler du principe,

et il est vraiment étonnant qu'ils puissent charger leurs voitures avec assez d'exactitude pour tenir la ligne de direction dans, ou près le milieu de la base.

EMMA.

J'ai quelquefois tremblé en passant à côté de ces chariots de houblon que l'on rencontre sur le chemin de *Kent*.

LE PÈRE.

Et cependant on ne doit pas imputer cela chez vous, ma fille, à défaut de courage; car ils sont tellement chargés, qu'ils chancellent à chaque pas sur

la route. Il serait impossible à l'un de ces fourgons de passer sans danger sur un chemin qui irait un peu en pente; car le centre de gravité est tellement au-dessus du corps de la voiture, que la moindre inclinaison d'un côté ou de l'autre jeterait la ligne de direction hors de la base.

EMMA.

Quand mon petit frère tombe, c'est donc parce qu'il ne peut pas maintenir le centre de gravité entre ses pieds.

LE PÈRE.

C'est précisément la raison pour laquelle il arrive à une personne, vieille ou jeune, de tomber. C'est ce qui vous apprend aussi qu'un homme se tient beaucoup plus ferme avec ses pieds un peu écartés, que s'ils étaient serrés, parce qu'en les séparant, il augmente sa base; de là aussi la difficulté de faire tenir un corps élevé, comme un bâton on une canne, sur sa base étroite.

EMMA.

Comment ces gens qui dan-

sent sur la corde ou sur le fil-d'archal, et que j'ai vus au cirque, s'y prennent-ils donc pour ne pas tomber ?

LE PÈRE.

Ils tiennent ordinairement, au-dessus de la corde sur laquelle ils dansent, un long balancier chargé de plomb à ses extrémités, et ont leurs yeux canstamment fixés sur quelque objet parallèle à la corde ; par ce moyen ils savent quand leur centre de gravité penche d'un côté ou de l'autre, et avec le secours du balancier, ils sont en état de maintenir ce centre

de gravité au-dessus de sa base, si étroite qu'elle soit. Il n'y a pas que les danseurs de corde qui fassent attention à ce principe; il sert de guide à la plupart des actions ordinaires de l'espèce humaine en général.

CHARLES.

Dans quel cas donc ?

LE PÈRE.

Nous penchons le corps en avant, lorsque nous montons un escalier, ou lorsque nous nous levons de dessus notre chaise; car, lorsque nous sommes assis, notre centre de gra-

vité est sur la chaise, et la ligne de direction tombe hors de notre base. Nous nous inclinons donc en avant pour ramener la ligne de direction vers nos pieds quand nous voulons nous lever. C'est par la même raison qu'un homme qui porte un fardeau sur son dos, s'incline sur le devant, et sur le derrière s'il le porte sur sa poitrine; si le fardeau est posé sur une épaule, il s'incline ou appuie sur l'autre. Lorsque nous glissons d'un pied, nous étendons naturellement le bras opposé au côté qui veut tomber, et

nous en faisons, dans ce cas, le même usage que le danseur de corde, de son balancier.

Cette propriété du centre de gravité de chercher toujours à descendre, expliquera différentes apparences que l'on fait voir quelquefois pour exciter la surprise des spectateurs.

EMMA.

Quelles sont ces apparences, papa?

LE PÈRE.

L'une est celle d'un double cône qui paraît rouler sur deux

plans inclinés, formant un angle l'un avec l'autre; car, à mesure qu'il roule, il s'enfonce entre eux deux, et par ce moyen son centre de gravité va toujours en descendant.

Soit le corps EF (*pl. 2, fig. 13*), consistant en deux cônes réunis à leurs bases, placé sur le bord de deux tringles de bois, droites et unies AB et CD, qui se rencontrent à l'une de leurs extrémités dans un angle à A, en posant sur un plan horizontal, et que de l'autre elles s'élèvent un peu au-dessus du plan, le corps roulera en montant vers le cô-

té élevé des tringles. La partie du cône qui pose sur les tringles devenant plus aiguë à mesure qu'il avance sur une plus large ouverture, et, le laissant ainsi tomber, il arrive que le centre de gravité descend; mais il ne faut pas perdre de vue que la hauteur du plan doit être moindre que le rayon de la base du cône.

CHARLES.

Est-ce d'après ce principe que l'on fait rouler un cylindre jusqu'au haut d'une montagne ?

LE PÈRE.

Oui sans doute ; mais cela ne peut s'effectuer qu'à une très-petite distance. Si l'on place un cylindre de carton ou de bois très-léger AB (*pl. 2, fig. 11*), ayant son centre de gravité à *c*, sur le plan incliné CD, il roulera en bas le long du plan incliné, parce que la ligne de direction de ce centre se trouve hors de la base. Si l'on remplit ensuite le petit trou *o* avec une cheville de plomb, le cylindre montera, en roulant, en haut du plan incliné, jusqu'à ce que le plomb soit près de la

base, où il s'arrêtera, parce que le centre de gravité, au moyen du plomb, est reporté de *c* vers *o*, et qu'il descend en conséquence, quoique le cylindre aille en remontant.

Avant de terminer ce sujet, je veux vous faire voir une expérience qui ne peut pas s'expliquer, si l'on ne conçoit pas le centre de gravité.

Si, à ce bâton A (*pl. 2, fig. 12*) qui tomberait de lui-même, parce que son centre de gravité se trouve au-dessus de la table EF, je suspends un seau B, en fixant l'extrémité d'un

autre bâton *a* dans un cran à *k*, et en faisant appuyer l'autre contre les parois intérieures du seau à son fond, vous verrez alors que le seau dans cette position se trouvera soutenu, quoiqu'il soit plein d'eau; car ce vaisseau étant poussé un peu hors de la perpendiculaire par le bâton *a*, le centre de gravité se trouve ramené sous la table, et conséquemment supporté par cette même table.

DIALOGUE XI.

Des lois du mouvement.

CHARLES.

ALLEZ-VOUS, maintenant, papa, nous décrire ces machines que vous appelez *forces mécaniques*.

LE PÈRE.

Je crois qu'il nous faut différer de deux à trois jours à parler de ce sujet, parce que j'ai encore quelques principes généraux à vous faire connaître.

EMMA.

Quels sont ces principes, papa?

LE PÈRE.

D'abord, il faut que vous entendiez ce que l'on nomme les trois lois générales du mouvement, dont la première est que *toute espèce de corps restera dans son état de repos ou de mouvement, jusqu'à ce qu'il soit obligé par quelque force de changer son état.*

CHARLES.

Il n'est pas difficile de concevoir qu'un corps tel que cet

encrier, par exemple, qui est dans un état de repos, doit toujours y rester, si une force extérieure ne s'exerce pas sur lui pour lui donner du mouvement; mais je doute qu'on me cite un exemple qui puisse tendre à me faire croire qu'un corps, une fois mis en mouvement, continuera de lui-même à y rester.

LE PÈRE.

Je suis persuadé que vous allez admettre la seconde partie de la proposition comme la première, quoiqu'il soit impossi-

ble de l'établir par des expériences.

CHARLES.

Je serais charmé de savoir ce qui va m'y déterminer.

LE PÈRE.

Vous savez, mon fils, que la bille que vous frappez avec la crosse de votre bâton, lorsque vous vous amusez au jeu du mail, n'a pas plus le pouvoir de détruire le mouvement que vous lui imprimez, ou d'opérer quelque changement dans sa vitesse, qu'elle n'a la faculté d'altérer sa forme.

CHARLES.

Certainement; cependant, quelle que soit la force avec laquelle j'ai frappé ma bille; je m'aperçois qu'au bout de quelques secondes, elle roule lentement et finit ensuite par s'arrêter.

LE PÈRE.

Ne remarquez-vous aucune différence entre les temps qui s'écoulent avant qu'elle se mette en repos, en supposant que les coups que vous imprimez soient les mêmes?

CHARLES.

Si fait; si je joue sur la pe-

louse, ma bille roule à une distance moins considérable que lorsque c'est sur un sable très-uni.

LE PÈRE.

Vous trouvez une différence semblable, lorsque vous jouez avec des billes de marbre dans les allées sablées du jardin, et sous le péristile.

CHARLES.

Les billes de marbre coulent si facilement sur les pierres unies du péristile, que c'est tout ce qu'on peut faire que de ne pas donner des coups de crosse trop forts.

EMMA.

Je me rappelle que Charles et mon cousin essayaient, l'hiver dernier, jusqu'où ils pourraient faire rouler leurs billes sur la glace du canal qui était pris, et qu'elles allaient à une distance prodigieuse, en comparaison de l'espace qu'elles auraient décrit dans les allées sablées, ou même sur les carreaux du péristile.

LE PÈRE.

Ces épreuves, convenablement appliquées, vous convaincront qu'un corps, mis une

fois en mouvement, continuerait toujours d'y rester, s'il n'était pas contraint, par quelque force extérieure, à changer d'état.

CHARLES.

Je vois ce que vous allez me dire ; c'est le frottement des billes de marbre contre la terre qui contrarie leur mouvement; car, sur le carreau, elles éprouvent moins de résistance que sur le sable, et moins encore sur la glace que sur le carreau; et vous vous voulez nous faire conclure de là, que, si tous les obstacles étaient écartés, les billes

ne cesseraient pas de rouler ; mais que dirons-nous de la balle qu'on lance en l'air avec le bras et qui retombe ? qu'est-ce qui l'arrête?

LE PÈRE.

Il est, indépendamment du frottement, une autre circonstance très-importante qu'il faut prendre en considération, et qui affecte cette balle de marbre, ainsi que tous les corps en mouvement.

CHARLES.

Je vous entends; vous voulez parler de l'attraction de gravité.

LE PÈRE.

Cela est vrai; car, d'après ce que nous avions dit, lorsque nous avons conversé sur ce sujet, il paraissait que la gravité avait une tendance à entraîner vers la terre tous les corps en mouvement; par conséquent votre balle, en raison de cette cause seulement, doit tomber à terre dans l'espace de quelques secondes; mais, outre l'attraction de gravité, il y a encore la résistance qu'oppose au trajet de la balle l'air à travers lequel elle se meut.

EMMA.

Cet obstacle ne peut pas être considérable, je pense ?

LE PÈRE.

Peut-être que, par rapport à la balle de marbre lancée par votre frère avec sa main, il n'est pas d'une grande importance, à raison de ce que la vitesse est petite ; mais, dans toutes les grandes vélocités, comme celle d'une balle de fusil ou d'un boulet de canon, il offre une grande différence entre la théorie et la pratique, s'il est négligé dans le calcul. Agitez len-

tement dans l'air le fouet de votre maman, et vous n'apercevrez rien qui vous fasse sentir la résistance de ce milieu; mais si, de ce même fouet, vous cinglez l'air avec beaucoup de vitesse, le bruit qu'il causera vous fera connaître la résistance qu'il éprouve de l'atmosphère.

CHARLES.

Si je vous ai bien compris, la force qui contraint un corps en mouvement de s'arrêter est de trois genres; 1° l'attraction de gravité; 2.° la résistance de l'air; 3.° la résistance qu'il éprouve du frottement.

LE PÈRE.

Vous avez parfaitement raison.

CHARLES.

Je n'ai nulle difficulté à concevoir maintenant qu'un corps qui est en mouvement ne viendra jamais à l'état de repos, qu'il n'y soit amené par une force extérieure qui agit sur lui d'une manière ou d'une autre. J'ai vu patiner sur la glace un homme qui allait extrêmement loin, sans se donner aucun mouvement, et qui, lorsque la glace devenait raboteuse, ne pouvait

pas décrire la moitié du même espace, sans faire de nouveaux efforts.

LE PÈRE.

Je vais vous citer un ou deux autres exemples de cette loi du mouvement. Mettez dans le chariot de votre sœur une cuvette pleine d'eau; et, lorsque cette eau sera parfaitement calme, faites rouler le chariot: l'eau, résistant au mouvement du vaisseau, s'élevera d'abord dans une direction contraire à celle dans laquelle ce vaisseau se meut. Si ensuite, lorsque le mouvement du vaisseau est

communiqué à l'eau, vous arrêtez tout à coup le chariot, l'eau s'efforçant de rester dans l'état de mouvement où elle était, s'élevera du côté opposé à la marche du chariot.

Si de même, lorsque vous êtes tranquille sur la selle de votre cheval, il se met tout de suite à trotter, vous courez le risque de tomber en arrière; mais si, pendant que vous êtes à galopper, l'animal s'arrête tout à coup, vous êtes exposé à tomber en avant.

CHARLES.

Je sais cela, pour l'avoir é-

prouvé ; mais j'en ignorais la raison jusqu'à ce jour.

LE PÈRE.

L'un des premiers avantages des principes de la physique, et qui n'est pas le moins important, c'est qu'ils peuvent s'appliquer aux usages ordinaires de la vie, et qu'ils servent à expliquer une grande partie de ce qui se passe journellement sous nos yeux.

Nous voilà maintenant arrivés à la seconde loi du mouvement, laquelle veut que *le changement de mouvement soit proportionnel à la force*

imprimée et dans la direction de cette force.

CHARLES.

Ceci n'est pas difficile à comprendre ; car si, tandis que ma boule roule après que Henri l'a frappée avec la crosse de son bâton, je la frappe de nouveau, elle acquiert un accroissement de vitesse, et cela en proportion de la force que j'ai exercée dans cette occasion ; au lieu que si, tandis qu'elle roule, je la frappe en sens contraire de sa marche, ou que je lui donne un coup de côté, je change sa direction.

LE PÈRE.

C'est de la même manière que la gravité et la résistance de l'atmosphère changent la direction d'un boulet de canon décrivant une ligne directe, et l'entraînent à terre ; le boulet donc se porte à une distance plus ou moins considérable, en proportion de la quantité de poudre employée.

La troisième loi du mouvement est que *toute action d'un corps sur un autre éprouve une réaction égale et contraire*. Si je frappe cette table, je lui communique, ce qu'il est

facile d'apercevoir par l'agitation des verres qui sont dessus, le mouvement de ma main, et la table réagit autant contre ma main que ma main agit contre la table.

Si vous pressez avec le doigt le plateau d'une balance pour le mettre en équilibre avec un poids d'une livre placé dans l'autre bassin, vous vous apercevrez que le plateau, pressé par votre doigt, agit contre lui avec une force égale à une livre, somme de l'effort avec lequel l'autre plateau ou bassin cherche à descendre.

Un cheval qui traîne un fardeau pesant, est autant tiré en arrière par le fardeau, que le fardeau est tiré en avant par le cheval.

EMMA.

Je ne comprends pas comment le fardeau peut tirer le cheval.

LE PÈRE.

La marche du cheval est empêchée par le fardeau, ce qui est la même chose que s'il était lui-même entraîné; car la force qu'exerce le cheval l'entraînerait dans le même espace de temps à une distance beau-

coup plus considérable, s'il était dégagé de l'embarras du fardeau, et il est entraîné par le fardeau, dans la proportion exacte de l'éloignement où il se trouve de cette même distance où il serait arrivé sans l'obstacle.

Un autre exemple. Si vous et votre frère étiez dans un batelet, et que, par le moyen d'une corde, vous voulussiez en tirer un autre à vous, le batelet dans lequel vous seriez, serait autant attiré vers le batelet vide, que celui-ci le serait vers vous; et, si les poids des deux batelets étaient égaux, ils se

rencontreraient à un point qui serait justement la moitié du chemin entre les deux.

Vous pouvez connaître maintenant, d'après cette loi du mouvement, de quelle manière un oiseau, par le battement de ses ailes, est capable de supporter en l'air le poids de son corps.

CHARLES.

Expliquez-moi cela, je vous en prie, papa.

LE PÈRE.

Si la force avec laquelle il frappe l'air est égale au poids

de son corps, la réaction de l'air est pareille à cette pesanteur, et l'oiseau se trouvant soumis à deux forces *égales*, qui agissent en sens contraires, restera entr'elles deux. Si la force du coup est plus *considérable* que son poids, l'oiseau s'élevera avec la *différence* de ces deux forces; et, si le coup est moins considérable que son poids, il descendra de la *différence* de ce poids.

DIALOGUE XII.

Des lois du mouvement.

CHARLES.

Les lois du mouvement que vous avez expliquées hier, sont-elles d'une grande importance en physique?

LE PÈRE.

Oui certainement; elles ont été regardées par Isaac Neuton comme les principes fondamentaux de la mécanique, et vous les trouverez en tête de tous les

ouvrages écrits sur ce sujet. Ces principes conduisent naturellement aussi à quelques autres branches de sciences qui, quoique nous ne puissions en parler que brièvement ici, ne doivent pas être entièrement négligées; elles ne sont en effet que les corollaires des lois du mouvement.

EMMA.

Qu'est-ce qu'un corollaire, papa?

LE PÈRE.

Ce n'est autre chose que quelque vérité à déduire d'une au-

tre vérité précédemment démontrée ou reconnue ; ainsi, d'après la première loi du mouvement, *tout corps doit s'efforcer de rester dans cet état dans lequel il est mis, soit que cet état soit le repos ou le mouvement uniforme en ligne droite* ; d'où il suit, comme corollaire, que, lorsque nous voyons un corps se mouvoir en ligne courbe, on doit supposer qu'il est soumis à l'action de deux forces.

CHARLES.

Quand je fais tourner une pierre avec une fronde, quelles

sont les deux forces qui agissent sur la pierre ?

LE PÈRE.

Il y a la force par laquelle, si vous laissez échapper un des cordons de la fronde, la pierre s'échappera en ligne droite, et il y a la force de la main qui la maintient dans un mouvement circulaire.

EMMA.

Y a-t-il de ces mouvemens circulaires dans la nature ?

LE PÈRE.

La lune et toutes les planètes

se meuvent d'après cette loi. Prenons la lune pour exemple. Elle a une tendance constante vers la terre par l'attraction de gravitation ; et elle a aussi une tendance à avancer en ligne directe par cette force projectile que lui a imprimée le créateur, de la même manière qu'une pierre s'échappe de votre main; or, l'action réunie de ces deux forces la contraint de décrire un mouvement circulaire.

EMMA.

Et qu'arriverait-il, si cette force projectile cessait ?

LE PÈRE.

La lune tomberait à terre ; et, si la force de gravité cessait d'agir sur la lune, elle s'échapperait dans l'espace infini. La force projectile, lorsqu'on l'applique aux planètes, se nomme *centrifuge*, comme ayant une tendance à s'éloigner ou à s'enfuir du centre ; et l'autre force est nommée *centripète*, de sa tendance vers quelque point, comme à un centre.

CHARLES.

Et tout cela est une conséquence de l'inactivité de la ma-

tière, en vertu de laquelle les corps ont une tendance à rester dans l'état où ils sont, soit que cet état soit le repos ou le mouvement ?

LE PÈRE.

Oui ; ce principe, que sir Isaac Neuton assura exister dans tous les corps, il le nomma leur *force d'inertie.*

CHARLES.

Un de ces derniers matins, vous nous avez démontré que l'attraction de la terre sur la lune (*) est 3,500 fois moins for-

(*) Voyez le dialogue IV.

te qu'elle ne l'est sur les corps graves qui se trouvent près la surface de la terre; or, comme cette attraction se mesure par l'espace parcouru dans un temps donné, j'ai cherché à calculer l'espace que la lune traverserait en tombant, dans l'intervalle d'une minute, si la force projectile cessait.

LE PÈRE.

Fort bien; et comment vous y êtes-vous pris?

CHARLES.

Un corps tombe ici de 16 (*)

(*) 15 pieds de France, on néglige la fraction du quart.

pieds dans la première seconde; conséquemment, comme nous l'avons déjà vu, dans une minute ou 60 secondes, il tomberait de 60 fois 60 pieds, c'est-à-dire, 3,600 pieds qu'il faut multiplier par 16; et, comme la lune parcourrait, en tombant, 3,600 fois moins d'espace, dans un temps donné, qu'un corps près de nous, elle ne tomberait que de 16 pieds dans la première minute.

LE PÈRE.

Votre calcul est exact; je vais rappeler à votre mémoire

la seconde loi par laquelle il paraît *que tout mouvement ou changement de mouvement produit dans un corps, doit être proportionné à la force imprimée, et dans la direction de cette force.* Si donc un corps en mouvement reçoit une impulsion dans la direction de son mouvement, sa vitesse en sera augmentée ; si, dans un sens contraire, sa vitesse en sera diminuée; mais, si la force est imprimée dans une direction oblique à celle dans laquelle il se meut, sa direction sera alors entre celle de son

premier mouvement et celle de la nouvelle force imprimée.

CHARLES.

C'est une remarque que j'ai faite, en chassant ma bille avec la crosse de mon bâton.

LE PÈRE.

D'après cette seconde loi de la nature, vous concevrez facilement que, si un corps en repos reçoit en même temps deux impulsions de forces dont les directions ne coïncident pas, leur action réunie le fera mouvoir dans une ligne qui se trouve

entre la direction des forces imprimées.

EMMA.

Avez-vous, papa, une machine pour nous démontrer cet effet d'une manière satisfaisante ?

LE PÈRE.

Il en est plusieurs inventées par différentes personnes, et vous en trouverez la description dans plusieurs ouvrages qui traitent de ce sujet ; mais vous comprendrez facilement la définition que je viens de vous faire, par une figure.

Si à la boule A (*pl. 2, fig. 14*) on imprime une force suffisante pour la faire mouvoir avec une vitesse uniforme au point B dans l'espace d'une seconde ; et, si on imprime aussi à cette boule une autre force qui seule la ferait mouvoir au point C, dans le même intervalle de temps, la boule, par le moyen des deux forces réunies, décrira la ligne AD, qui est une diagonale de la figure dont les côtés sont AC et AB.

CHARLES.

Mais comment alors le mouvement est-il produit *dans la*

direction de la force? D'après la seconde loi, il devrait, dans un cas, l'être dans la direction AC; et dans l'autre, dans celle AB: au lieu qu'il l'est dans celle de AD.

LE PÈRE.

Examinez la figure un peu plus attentivement, en ne perdant jamais de vue que, pour qu'un corps se meuve *dans la même direction*, il n'est pas nécessaire qu'il se meuve dans la même ligne droite; mais qu'il suffit qu'il se meuve dans cette ligne ou dans une autre

quelconque, qui lui soit parallèle.

CHARLES.

Je sens, en ce cas, que la boulé, pour arriver à D, s'est mue dans la direction AC, parce que BD est parallèle à AC; et aussi dans la direction AB, parce que CD lui est parallèle.

LE PÈRE.

Et cette expérience ne pouvait, dans aucune autre situation possible, qu'au point D, être conforme à la seconde loi du mouvement.

DIALOGUE XIII.

Des lois du mouvement.

LE PÈRE.

Si vous réfléchissez un peu à ce que nous avons dit hier sur la seconde loi du mouvement, vous en tirerez facilement les corollaires suivans (*pl. 2, fig. 14*) :

1.° Que si les forces sont égales et agissent à angles droits l'une à l'autre, la ligne décrite par la boule sera la diagonale d'un *car-*

ré ; mais que, dans tous les autres cas, elle sera la diagonale d'un parallélogramme quelconque, c'est-à-dire, d'un carré dont les côtés seront parallèles.

2.° Qu'en variant l'angle et les forces, vous varierez les formes de votre parallélogramme.

CHARLES.

Je sens cela, mon papa, et j'aperçois une autre conséquence de ces principes ; c'est que les mouvemens des deux forces agissant conjointement de cette manière, ne sont pas aussi considérables que lorsqu'ils agissent séparément.

LE PÈRE.

Cela est vrai, et vous avez sans doute fait ce raisonnement, parce que vous vous êtes rappelé que les deux côtés d'un triangle quelconque, pris ensemble, sont plus grands que le côté qui reste; et vous inférez de là que le mouvement que la boule A dût avoir reçu, si ces forces eussent été appliquées séparément, eût été égal à AC et AB, ou, ce qui est la même chose, à AC et CD, les deux côtés du triangle ADC; mais que, par leur action réunie, le mouvement n'est égal

qu'à AD, côté restant du triangle ? Vous vous souviendrez donc que, dans la *composition* ou dans l'addition des forces, il y a toujours du mouvement de perdu, et que, dans la *résolution* d'une force quelconque, comme AD en deux autres AC et A B, on gagne du mouvement.

CHARLES.

Bon, papa ; mais comment se fait-il que les corps célestes, la lune, par exemple, qui est sollicitée par deux forces, puisse faire son mouvement dans une courbe circulaire autour

de la terre, et non pas dans une diagonale entre la direction de la force projectile et celle de l'attraction de gravité vers la terre ?

LE PÈRE.

Parce que, dans le cas dont nous venons de parler dans l'instant, il n'y avait que l'action d'une *seule* impulsion dans chaque direction, tandis que l'action de gravité sur la lune est *continuel*, et occasionne un mouvement accéléré, ce qui est cause que la ligne est courbe.

Supposé donc que A représente la lune, et AC les 16 pieds qu'elle décrirait, en tombant, dans une minute, à raison de l'attraction de gravité vers la terre; et que AB représente la force projectile qui agit sur elle pendant le même temps; si AB et AC agissaient comme seules impulsions, la lune, dans ce cas, décrirait la diagonale AD; mais, puisque les forces sont constamment agissantes, et que celle de gravité est, en outre, une force accélératrice, la lune, au lieu d'être poussée

dans la ligne AD, doit conséquemment être entraînée dans la courbe A *a* D. Conçois-je bien la question ?

LE PÈRE.

Fort bien ; et vous comprenez facilement aussi d'après cela, comment, avec de bons instrumens et le calcul, on a découvert l'attraction de la terre sur la lune ?

La troisième loi du mouvement, savoir que l'*action et la réaction sont égales et en direction contraires*, peut se démontrer au moyen du mouvement communiqué par la per-

cussion des corps *élastiques* et *non élastiques.*

EMMA.

Quels sont-ils, papa ?

LE PÈRE.

Les corps élastiques sont ceux qui ont un certain ressort en vertu duquel leurs parties, lorqu'elles sont refoulées en dedans par la percussion, retournent à leur premier état. Cette propriété est évidente dans une pelotte de laine ou de coton, ou dans une éponge comprimée. Les corps non élastiques sont ceux qui, lorsqu'ils choquent les uns contre les au-

tres, ne se renvoient pas mutuellement, mais s'arrêtent ensemble après le coup.

Suspendez à des fils les deux billes égales en grosseur *a* et *b* (*pl. 2, fig 15*); si *a* est un peu écartée de la perpendiculaire, et qu'on la laisse tomber sur *b*, elle perdra son mouvement, en le communiquant à *b*, qui sera chassée à la distance *c* égale à celle à laquelle *a* est tombée ; et il est aisé de voir par là que la réaction *b* était égale à l'action de *a* sur elle.

EMMA.

Mais les parties des billes

d'ivoire cèdent-elles à raison du coup ; ou, pour me servir du même terme que vous, à raison de la percussion ?

LE PÈRE.

Oui sûrement; car, si je mets un peu de couleur sur *a*, et que je la laisse toucher *b*, elle n'y imprimera qu'une petite tache ; mais, si elle tombe sur *b*, la tache sera beaucoup plus forte ; ce qui prouve que les billes sont élastiques, ou qu'un petit creux ou trou s'est formé, à chaque collision. Si maintenant deux boules de glaise ou de mastic de vitrier, qui ne sont

pas élastiques, se heurtent l'une l'autre avec des vitesses égales, elles s'arrêteront et se colleront ensemble à l'endroit de leur rencontre, à raison de ce que leurs actions mutuelles se détruisent réciproquement.

CHARLES.

J'ai quelquefois lancé une petite balle de marbre blanc contre une de marbre gris, avec une si grande justesse, que la balle de marbre gris s'est avancée avec autant de vitesse que celle de marbre blanc en avait mis à s'approcher d'elle, et qu'elle était restée dans la place de la

balle de marbre gris : est-ce que le marbre est élastique comme l'ivoire ?

LE PÈRE.

Oui, sans doute.

Si l'on suspend à des centres contigus trois billes élastiques *a b c* (*pl. 3, fig. 16*), que *c* soit un peu écartée de la perpendiculaire, et qu'on la laisse tomber sur *b*, alors *c* et *b* resteront stationnaires, et *a* sera chassée à *o*, distance de laquelle *c* est tombée sur *b*.

Si vous suspendez un nombre quelconque de billes, comme six, huit, etc.; que vous

écartiez à une petite distance de la perpendiculaire celle qui se trouve sur le côté, et que vous la laissiez tomber sur les autres, la bille du côté opposé sera chassée, tandis que le reste demeurera stationnaire ; tant l'action et la réaction des billes se trouvent également divisées entr'elles. Si de la même manière, on en écarte deux, et qu'on les laisse tomber sur le reste, les deux du côté opposé s'échapperont, et les autres demeureront en repos.

Il est une autre circonstance

dépendante de l'action et de la réaction des corps, et aussi de la force d'inertie de la matière, laquelle mérite d'être remarquée; vous trouverez ce sujet amplement traité dans quelques auteurs.

Si je frappe sur l'enclume d'un forgeron, l'action et la réaction étant égales, l'enclume frappe le marteau aussi fortement que le marteau frappe l'enclume. Si cette enclume est suffisamment grosse, je puis la poser sur ma poitrine, et vous laisser frapper de toutes vos forces dessus, avec un gros mar-

teau, sans éprouver aucune douleur, et sans courir aucun risque; car la force d'inertie de l'enclume résiste à la force du coup; mais, si le poids de l'enclume n'était que d'une ou de deux livres, le coup dont vous la frapperiez me ferait infailliblement du mal.

DIALOGUE XIV.

Sur les forces mécaniques.

CHARLES.

VOULEZ-VOUS, papa, nous expliquer maintenant les forces mécaniques ?

LE PÈRE.

Volontiers, et j'espère que vous n'avez pas oublié ce que c'est que le mouvement d'un corps ?

CHARLES.

Non, du tout; c'est la force

mouvante d'un corps, laquelle force s'estime par la masse multipliée par la vitesse.

LE PÈRE.

Ainsi un petit corps peut donc avoir un mouvement égal à celui d'un plus gros ?

CHARLES.

Oui, pourvu que le petit corps surpasse d'autant le plus grand en vitesse, que la masse du dernier surpasse celle du premier.

LE PÈRE.

Qu'entendez-vous lorsque vous dites qu'un corps se meut

plus rapidement, ou qu'il a une plus grande vitesse que l'autre?

CHARLES.

Qu'il parcourt un plus grand espace dans le même temps. Votre montre va donner l'explication de ma pensée. L'aiguille des minutes parcourt le cadran dans une heure; mais l'aiguille des heures prend douze heures pour faire son tour. La vitesse de l'aiguille des minutes est donc douze fois plus considérable que celle de l'aiguille des heures, puisque, dans le même espace de temps, c'est-à-dire, dans douze heures,

elle parcourt douze fois l'espace qui a été décrit par l'aiguille des heures.

LE PÈRE.

Mais cela ne peut être vrai que dans la supposition que les deux cercles sont égaux. A ma montre, l'aiguille des minutes est plus longue que l'autre, et conséquemment, le cercle qu'elle parcourt est plus grand que celui décrit par l'aiguille des heures.

CHARLES.

Je vois tout de suite que mon raisonnement ne peut être

juste que dans le cas où les aiguilles sont de la même longueur.

LE PÈRE.

Il est cependant un point particulier de la plus longue aiguille, dont on peut dire avec la plus exacte vérité, qu'elle a exactement douze fois la vitesse de l'extrémité de la plus courte.

CHARLES.

C'est le point auquel, si on coupait le surplus, les deux aiguilles seraient parfaitement égales; et en effet chaque point différent de l'aiguille décrit des

espaces différens dans le même temps.

LE PÈRE.

Le petit pivot sur lequel les deux aiguilles semblent se mouvoir (elles sont réellement mues par deux pivots différens placés l'un sur l'autre), peut être appelé le *centre du mouvement*, qui est un point fixe, et plus l'aiguille est longue, plus l'espace qu'elle décrit est grand.

Les extrémités des ailes d'un moulin à vent, lorsqu'elles tournent très-vite, sont difficiles à distinguer, quoique leurs

parties séparées se distinguent facilement près l'arbre du moulin, à raison de ce que la vitesse des extrémités est beaucoup plus considérable que celle des autres parties.

EMMA.

La vitesse des siéges du jeu de bague que nous avons vus hier à la foire, dépendait du même principe, c'est-à-dire de la longueur des traverses auxquelles ces siéges sont fixés.

LE PÈRE.

Sans doute ; et plus la distance à laquelle les siéges se

trouvaient du centre de mouvement était grande, plus l'espace que ces petits garçons et ces petites filles parcouraient pour leur gros sou, était grand.

EMMA.

Ainsi donc ceux du second rang avaient une course moins longue à faire pour leur argent, que ceux dont les siéges étaient à l'extrémité des traverses.

LE PÈRE.

Oui; moins longue, quant à l'espace; mais la même, quant au temps. Quand Charles et

vous tournez autour du bassin, à vos heures de récréation, s'il court pendant que vous marchez, il fait peut-être cinq ou six tours, pendant que vous n'en avez fait que trois ou quatre; mais, quant au temps, la durée de votre exercice a été la même, quoiqu'il puisse se faire qu'il ait parcouru, dans le même temps, le double espace de vous.

CHARLES.

Comment cela s'applique-t-il à l'explication des forces mécaniques?

LE PÈRE.

Sans des idées claires et distinctes de ce qu'on appelle *temps* et *espace*, ce serait en vain, mon fils, que vous chercheriez à comprendre les principes de la mécanique.

Il y a six forces mécaniques, *le lévier, la roue et l'axe, la poulie, le plan incliné, le coin* et *la vis*.

EMMA.

Pourquoi les appelle-t-on forces mécaniques ?

LE PÈRE.

Parce que nous pouvons, par

leur moyen, lever mécaniquement des poids, mouvoir des corps pesans, et vaincre des résistances dont nous ne pourrions pas triompher sans leur emploi.

CHARLES.

Mais n'y a-t-il point de bornes aux secours que l'on peut obtenir de ces forces ? Je me rappelle d'avoir lu qu'Archimède a dit que, *si on lui donnait un point d'appui pour son lévier, il souleverait la terre elle-même.*

LE PÈRE.

Le pouvoir de l'homme, mal-

gré toute l'assistance que l'art peut lui fournir, est tres-limité, à raison de ce principe que *ce que nous gagnons en force, nous le perdons en temps*; c'est-à-dire que si, avec votre seule force, dépourvu de tout secours, vous êtes en état de lever 50 livres à une certaine hauteur, dans une minute; et si, par le secours des machines, vous voulez lever 500 livres à la même hauteur, il vous faudra 10 minutes pour le faire, quoique vous ayez augmenté votre force de dix fois, parce que c'est aux dépens du temps,

ou, dans d'autres termes, parce que vous êtes en état de lever avec un effort, en dix minutes, ce que vous eussiez fait dans le même temps, en prenant dix parties séparées de l'objet.

EMMA.

L'importance de la mécanique n'est donc pas aussi considérable qu'on l'aurait imaginé au premier abord ?

LE PÈRE.

Quoiqu'il n'y ait point d'augmentation actuelle de force de gagnée par ces puissances, cependant les avantages que les

hommes en retirent sont inappréciables. S'il s'agit de poids legers, facilement mus par la force humaine, et que l'homme puisse lever à une certaine hauteur, il devient aüssi commode de les élever les uns après les autres, que de tirer parti des forces mécaniques pour les lever tous à la fois, parce que, comme nous l'avons démontré, le même espace de temps sera nécessaire dans les deux cas; mais supposons que vous eussiez une masse de pierre, du poids d'un tonneau à transporter ou un

poids encore plus considérable, que feriez-vous alors ?

EMMA.

Je n'avais pas pensé à cela.

LE PÈRE.

Des corps de cette espèce ne peuvent pas se séparer en parties proportionnées à la force humaine, sans qu'on emploie un travail immense, ou peut-être sans qu'on leur ôte la propriété de convenir aux objets auxquels on désirerait les appliquer. Vous devez sentir maintenant la grande importance des forces mécaniques,

au moyen desquelles l'homme peut remuer et faire mouvoir un poids infiniment plus gros que lui.

CHARLES.

J'ai vu, en effet, un petit nombre d'hommes, avec le secours de poulies et sans beaucoup d'efforts en apparence, charger sur un haquet un chêne énorme, pour le transporter au chantier du port.

LE PÈRE.

C'est un excellent exemple de ce que je viens de vous dire; car, si l'arbre avait été cou-

pé en une assez grande quantité de billes pour que ces hommes eussent pu le manier, il n'aurait pas valu la peine d'être transféré à Deptfort ou à Chatham, pour servir à la construction des vaisseaux.

EMMA.

Je reconnais mon erreur. Qu'est-ce qu'un point d'appui, papa ?

LE PÈRE.

C'est un point *fixe*, ou un soutien autour duquel les autres parties d'une machine se meuvent.

CHARLES.

Le pivot sur lequel tournent les aiguilles d'une montre est donc un point d'appui ?

LE PÈRE.

Oui, et vous devez vous souvenir que nous l'appelons aussi centre de gravité. L'axe ou le clou de ces ciseaux est aussi un centre de gravité.

EMMA.

Est-ce vraiment là un point d'appui, un point fixe ?

LE PÈRE.

Oui certainement, c'est un

point fixe quant à ce qui concerne les deux parties des ciseaux ; car il reste toujours dans la même position, tandis que les autres parties se meuvent autour de lui. Prenez ces pincettes, et cherchez à soulever la buche, vous reconnaîtrez que la barre du foyer sur laquelle posent vos pincettes, est un point d'appui ; car elles se meuvent sur elle comme sur un centre.

DIALOGUE XV.

Du lévier.

LE PÈRE.

Nous allons maintenant considérer le lévier, qui se nomme généralement, *la première puissance mécanique.*

Le lévier est une barre inflexible quelconque, de bois ou de fer, qui sert à lever des fardeaux, tandis qu'elle est elle-même supportée à un point par un soutien ou appui

sur lequel toutes les autres parties tournent comme sur un centre de mouvement.

AB (*pl. 3, fig. 17*) représente un lévier, et le point C le point d'appui, ou centre de mouvement. Or, il est évident que, si le lévier tourne sur son centre de mouvement C, de sorte que A vienne dans la position de *a*, B doit venir dans la position de *b*. Si les deux bras du lévier sont égaux, c'est-à-dire, si A*c* est égal à B*c*, il n'est aucun avantage à retirer de ce lévier, parce que ses bras décrivent les mêmes espaces dans le

même temps; mais, d'après le principe fondamental posé ci-devant, *à mesure qu'on gagne de l'avantage ou de la force, on doit perdre du temps*, comme on ne perd pas de temps avec un lévier de cette espèce, on n'acquiert pas non plus de force en l'employant.

CHARLES.

Pourquoi l'appelle-t-on, en ce cas, puissance mécanique?

LE PÈRE.

A strictement parler, il ne devrait pas être compté parmi les forces mécaniques; mais on le

range ordinairement parmi elles, à raison de ce qu'il a son point d'appui entre le poids et la puissance, ce qui est la propriété distinctive du lévier du premier genre; et, lorsque le point d'appui occupe exactement le milieu entre le poids et la puissance, il forme la balance ordinaire, à laquelle si on suspend en A et en B des plateaux, on peut l'employer à peser toutes sortes de marchandises.

EMMA.

Vous dites que c'est un lévier du premier genre : est-ce

qu'il y a différentes sortes de léviers?

LE PÈRE.

Oui, il y en a trois sortes; quelques personnes même en comptent quatre : la quatrième cependant n'est qu'un composé de la première. Un lévier du premier genre (*pl. 3, fig. 17 et 18*), a, comme nous l'avons déjà dit, son point d'appui entre le poids et la puissance.

La seconde espèce de lévier (*pl. 3, fig. 20*) a le point d'appui à une extrémité, la

puissance à l'autre, et le poids entr'eux deux.

Dans celui du troisième genre (*pl. 3, fig. 21*), la puissance est entre le point d'appui et le poids. Ainsi donc :

Les genres du lévier sont au nombre de trois :
Le premier, mon enfant, nous offre la balance :
Mais toujours au second donnons la préférence;
La puissance et l'appui, sont, comme tu le vois,
A ses extrémités ; il soulève la vanne
De nos moulins : mais le pire de tous
Est le troisième ; et ce qui le condamne
C'est que poids et appui s'y trouvent au deux bouts.

Prenons le lévier du premier genre (*fig. 18*) : si on le meut dans la position *ab*, en le faisant tourner sur son point d'appui C,

il est évident que, tandis que A a parcouru le court espace A *a*, B a parcouru l'espace plus grand B *b*, lesquels espaces sont exactement l'un à l'autre dans la proportion de la longueur des bras AC, BC. Si d'abord vous appliquez votre main au point A, et ensuite à B, pour mouvoir le lévier dans la position *a b*, vous trouverez, en employant la même vitesse dans les deux cas, que le temps employé à faire mouvoir le lévier, lorsque la main est en B, sera plus long que celui employé, lorsque la main est en

A, de la longueur que le bras BC a de plus que le bras AC; mais alors l'effort exigé sera, dans la même proportion, moins grand en B qu'en A.

CHARLES.

Le bras BC paraît avoir quatre fois la longueur de AC.

LE PÈRE.

Donc, c'est un lévier qui gagne de la force dans la proportion de quatre sur un, c'est-à-dire, qu'un seul poids d'une livre, appliqué à l'extrémité du bras BC, comme en P, balan-

cera quatre livres suspendues à *a*, comme en V.

CHARLES.

J'ai vu des ouvriers conduire à de très-petites distances de grosses poutres, au moyen d'une longue barre de bois ou de fer; est-ce-là un lévier?

LE PÈRE.

Oui: ils font entrer de force une des extrémités de la barre sous la poutre; puis ils placent un bloc de bois ou de pierre dessous cette même barre, aussi près qu'ils le peuvent de son extrémité, pour se faire un point

d'appui, et appliquent leur propre force à l'autre. Ils gagnent alors de la force dans la proportion exacte suivant laquelle la distance qui existe entre le point d'appui et la partie où ils appliquent leur force est plus grande que celle qui existe entre le point d'appui et l'extrémité de ce lévier qui se trouve sous la poutre.

CHARLES.

Cette force doit être considérable; car j'ai vu deux ou trois hommes faire mouvoir de cette manière un madrier, qui

était, je crois, du poids de plusieurs tonneaux.

LE PÈRE.

Cela n'est pas difficile à croire. En supposant qu'un lévier gagne l'avantage de vingt sur un, et qu'un homme, par sa propre force, ne soit en état que de faire mouvoir un poids de 100 livres, il trouvera qu'avec un lévier de cette espèce, il pourra faire mouvoir un poids de vingt fois cent livres, c'est-à-dire, de deux milliers ou d'un tonneau; mais l'homme, lorsqu'il ne s'agit que de simples efforts,

peut exercer une force beaucoup plus grande que celle qui est suffisante pour porter un poids de 100 ; et on emploie aussi quelquefois des léviers avec lesquels on obtient un avantage beaucoup plus considérable que celui de vingt sur un.

CHARLES.

Je crois que vous m'avez dit l'autre jour que le fléau ou la romaine ordinaire, employée par les bouchers, était un lévier.

LE PÈRE.

Sûrement je l'ai dit ; le bras

court AC (*pl. 3, fig. 19*) balance par son accroissement de grosseur le bras plus long BC, et les divisions doivent commencer du centre du mouvement; or, si BC est divisé en autant de parties égales à AC qu'il peut en contenir, un seul poids, comme une livre, à P, servira à peser tout ce qui sera aussi lourd que lui, ou tout ce qui pesera autant de fois qu'il y a de divisions dans le bras CB. Si le poids P est placé à la division 1, au bras BC, il formera le contre-poids d'une livre dans la balance en A; si

on l'écarte à 3, 5 ou 7, il équilibrera 3, 5 ou 7 livres dans la balance; car ces divisions, faisant, 3, 5 ou 7 fois la distance du centre du mouvement C à laquelle s'en trouve A, le poids devient à ces points un lévier qui gagne de l'avantage dans la proportion de 3, 5, 7, etc. Si maintenant les intervalles entre les divisions sur le bras le plus long, sont subdivisés en moitiés, quarts, etc., on pourra connaître exactement toute espèce de poids par demi-livre, quarteron, etc.

DIALOGUE XVI.

Du lévier.

EMMA.

QUEL avantage le fléau, ou la romaine, dont vous avez donné la description dans notre dernier entretien, peut-il avoir sur une paire de balances?

LE PÈRE.

Il est beaucoup plus facile à porter; il n'exige pas d'appareil, et n'a besoin que d'un seul poids pour toutes les pesées

auxquelles on peut l'employer. Quelquefois les bras ne se trouvent pas de la même pesanteur; dans ce cas, il faut faire glisser le poids P le long du bras BC, jusqu'à ce qu'il fasse parfaitement équilibre avec l'autre bras, sans aucun poids additionnel, et faire à ce point un cran que l'on marque du chiffre o, et d'où les divisions doivent commencer.

CHARLES.

On ne peut mettre trop de précision dans la construction des instrumens de cette espèce.

LE PÈRE.

Il est d'une telle importance pour le public, qu'il ne se commette ni erreur ni fraude par le moyen de faux poids ou de fausses balances, qu'il y a des officiers publics, chargés d'examiner, à de certaines époques de l'année, les poids et les mesures de pesanteur de tous les marchands de l'Angleterre; et, malgré ces précautions, il est encore à craindre que ceux qui sont sans défiance ne soient très-souvent trompés.

EMMA.

J'achetai, je m'en rappelle, un jour de l'été dernier, une livre de cerises à la porte; mais Charles ayant pensé que le poids n'y était pas, nous les pesâmes dans une balance, et nous ne trouvâmes que 12 onces ou trois quarterons, au lieu d'une livre; et cependant le bassin de la balance de la marchande avait trébuché, comme si cette femme m'eût donné bon poids; comment cela se fit-il?

LE PÈRE.

La marchande a pu s'y pren-

dre de plusieurs manières; d'abord par des poids trop légers; ensuite en faisant que le bassin de la balance dans lequel étaient les cerises, fût plus pesant que l'autre. Mais il peut se pratiquer de la fraude avec de bons poids et des bassins égaux en pesanteur, en faisant le bras de la balance auquel les poids sont suspendus plus court que l'autre; car alors un poids d'une livre se trouvera balancé par une quantité de fruit d'autant inférieure à une livre que ce bras est plus court que l'autre. C'est probablement là la mé-

thode par laquelle vous avez été trompée.

EMMA.

Mais comment aurais-je pu découvrir cette friponnerie ?

LE PÈRE.

Les bassins, quand ils sont vides, se trouvent dans un équilibre parfait; mais, une fois chargés, quoiqu'ils gardent toujours l'équilibre, ils sont inégaux en pesanteur, et la supercherie est tout de suite découverte, si l'on change les poids de bassins. Je vais vous donner une règle pour trouver la

vai epesanteur d'un corps par un fausse balance ; la voici : *Prenez alternativement les pesanteurs exactes du corps dans les deux plateaux ; multipliez l'une par l'autre ; cherchez ensuite la racine carrée du produit* (*) ; *et vous aurez le véritable poids.*

CHARLES.

Voyons si j'entends la règle. Supposé qu'un corps pèse 16 onces dans un plateau de la balan-

(*) Nous renvoyons nos jeunes lecteurs aux ouvrages qui traitent du calcul pour trouver la racine carrée d'un nombre.

ce, et 12 $\frac{1}{4}$ dans l'autre, je multiplie 16 par 12 $\frac{1}{4}$, et je trouve pour produit 196, dont la racine carrée est 14; car 14 multiplié par lui-même, donne 196; donc le véritable poids du corps est 14 onces.

LE PÈRE.

C'est parfaitement calculer... On peut rapporter au lévier beaucoup d'instrumens usuels, tels que les ciseaux, les pinces, les mouchettes, etc. qui sont faits de deux léviers agissant en sens contraire.

EMMA.

Le clou est le point d'appui ou le centre de mouvement ; la main, la puissance employée ; et tout ce que l'on coupe est la résistance à vaincre.

CHARLES.

Des pincettes qui remuent le feu sont aussi un lévier ; car la barre du foyer est le point d'appui ; la main, la puissance ; et le bois, la résistance dont il faut triompher.

LE PÈRE.

Nous allons passer mainte-

nant aux léviers du second genre, dans lesquels le point d'appui C (*fig. 20*) est à une extrémité, la puissance P se trouve à l'autre B, et le poids à lever V, en A entre le point d'appui et la puissance.

CHARLES.

Et comment peut-on estimer l'avantage gagné par ce levier ?

LE PÈRE.

En regardant la figure, vous reconnaîtrez que l'on gagne d'autant plus d'avantage ou de force que la distance entre la

puissance P et le poids V est plus considérable que celle qui existe entre ce poids et le point d'appui.

CHARLES.

Ainsi donc, si le poids se trouve suspendu à un pouce du point d'appui, et que la puissance agisse à cinq pouces de ce poids, la force gagnée est de cinq contre un; ou une livre à P balancera cinq livres à V.

LE PÈRE.

Cela est vrai; car vous voyez que la puissance parcourt un

espace cinq fois plus grand que ne fait le poids,

EMMA.

Quelles sont les choses d'un usage habituel que l'on peut rapporter au lévier du second genre ?

LE PÈRE.

Les choses les plus usuelles. Chaque porte qui tourne sur ses gonds est un lévier du second genre : les gonds peuvent être regardés comme le point d'appui, ou le centre du mouvement ; la porte entière est le poids à faire mouvoir, et la

puissance est appliquée au côté auquel la serrure est ordinairement fixée.

EMMA.

Je vois maintenant la raison pour laquelle il est très-difficile de fermer une porte pesante si l'on applique la main à la partie qui est proche les gonds, quoiqu'on puisse l'ouvrir avec la plus grande facilité d'après la méthode ordinaire.

CHARLES.

Ce sofa, quand ma sœur est assise dessus, représente donc un lévier du second genre ?

LE PÈRE.

Certainement ; si pendant qu'elle serait assise dessus vous vouliez le lever par un bout, tandis que l'autre resterait fixé contre terre comme un point d'appui. On peut aussi assimiler à ce genre de lévier les casse-noisettes, les rames, le gouvernail d'un vaisseau, ces couteaux qui ont une extrémité fixée dans un billot de bois, tels que ceux qn'on emploie pour couper de la paille, des carotes de tabac, du bois pour faire des sabots, etc.

EMMA.

Je ne vois pas comment des rames et des gouvernails peuvent être des léviers de ce genre.

LE PÈRE.

Le bateau est le poids à faire mouvoir ; l'eau est le point d'appui ; et le marinier qui tient la rame est la puissance. Les mâts du vaisseau sont aussi des léviers du second genre ; car la cale du navire est le point d'appui, le vaisseau est le poids, et le vent qui agit contre les voiles est la puissance motrice.

La connaissance de ce principe peut être très-utile dans une infinité de situations et de circonstances de la vie. Si deux hommes de forces inégales ont un pesant fardeau à porter sur une perche placée entr'eux deux, on peut en proportionner la charge à leurs forces respectives, en plaçant le fardeau d'autant plus près de l'homme le plus fort, que sa force est plus considérable que celle de son camarade.

EMMA.

Lequel des deux, dans ce

cas, appelerez-vous le point d'appui ?

LE PÈRE.

Le plus fort homme, car le poids est plus près de lui; et alors l'homme le plus faible doit être considéré comme la puissance. De même, deux chevaux peuvent être tellement attelés à un chariot que chacun d'eux tire une partie proportionnée à sa force, en divisant le timon ou la flèche de manière que le point de tirage ou de trait soit plus près du plus fort cheval que du plus faible, dans la proportion

du degré de force que le premier a de plus que l'autre.

Nous allons décrire maintenant la troisième espèce de lévier. Dans celui-ci, le soutien, ou le point d'appui C (*fig. 21.*), est à une extrémité, le poids V à l'autre, et la puissance P est appliquée à B à un endroit quelconque entre le point d'appui et le poids.

CHARLES.

Dans ce cas, le poids se trouvant plus éloigné du centre du mouvement que la puissance, il doit parcourir plus d'espace qu'elle.

LE PÈRE.

Quelle est la conséquence de cela?

CHARLES.

Que la puissance doit être plus grande que le poids, et d'autant plus grande que la distance où le poids se trouve du point d'appui, excède la distance où la puissance se trouve de ce même point d'appui; c'est-à-dire que, pour balancer un poids de trois livres à A, l'on a besoin de l'exercice d'une puissance P agissant en B, qui équivale à cinq livres.

LE PÈRE.

Puisque donc un lévier de cette espèce est un désavantage pour la force motrice, on s'en sert très-rarement, et seulement dans des cas de nécessité, tels que celui d'une échelle qui, ayant une extrémité adossée contre un mur ou tout autre appui, est par la force d'un homme dressée dans une situation perpendiculaire; mais l'application la plus importante de ce troisième lévier se manifeste d'une manière sensible dans la structure des membres des animaux, particulièrement dans

ceux de l'homme : prenons le bras pour exemple. Lorsque nous levons un poids avec la main, nous le faisons par le moyen des muscles qui partent de l'omoplate, et qui se terminent à environ un 10.e de l'éloignement où la main se trouve du coude : or le coude étant le centre du mouvement autour duquel la partie inférieure du bras tourne, les muscles, d'après le principe que nous venons d'établir, doivent exercer une force dix fois aussi considérable que le poids qui est levé. Au premier abord, ceci

peut paraître un désavantage ; mais ce qui se perd en force se gagne en vitesse, et ainsi la structure de l'homme se trouve mieux adaptée aux différentes fonctions qu'il a à remplir.

FIN DU SECOND VOLUME.

A 9 b
135640

Fig. 4

Fig. 3

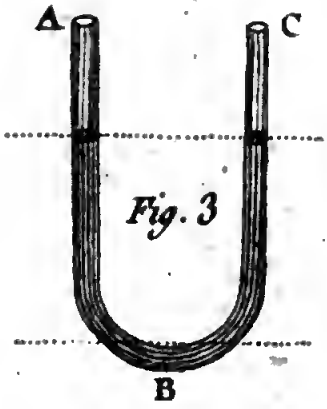


Fig. 1

Fig. 7

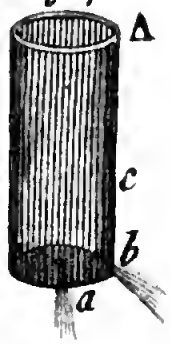


Fig. 6

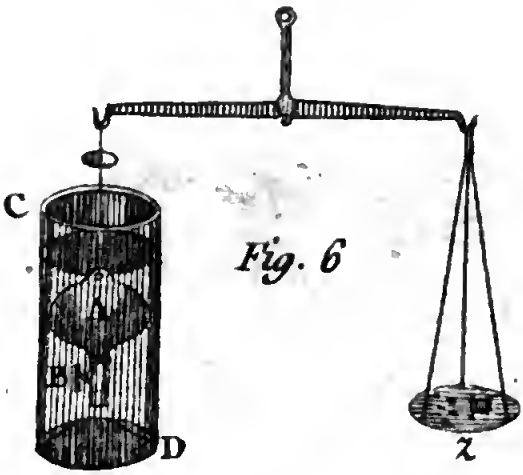


Fig. 9.

Fig. 8

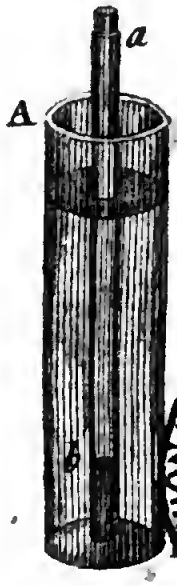


Fig. 2

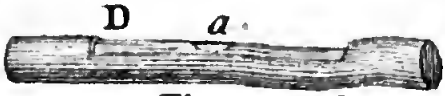


Fig. 12

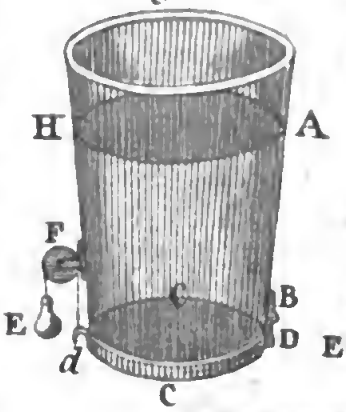


Fig. 11

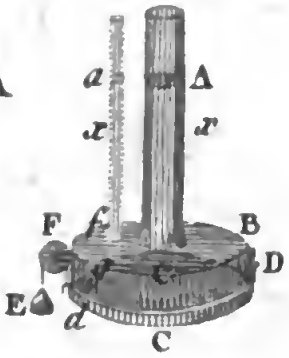
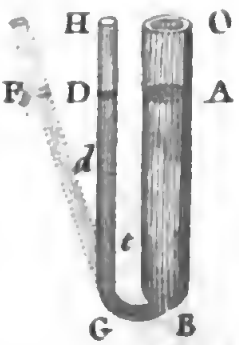
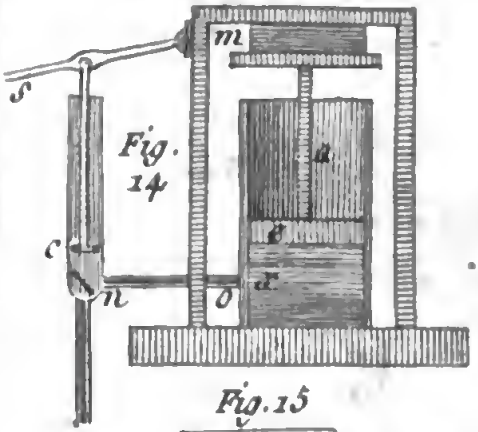


Fig. 10





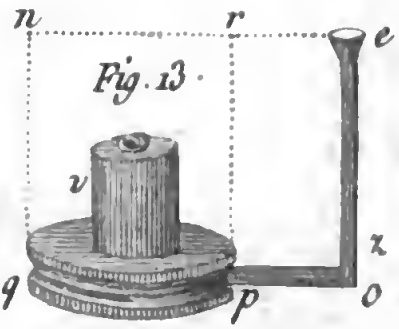


Fig. 15

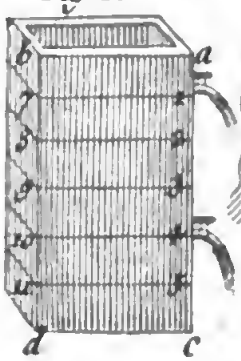
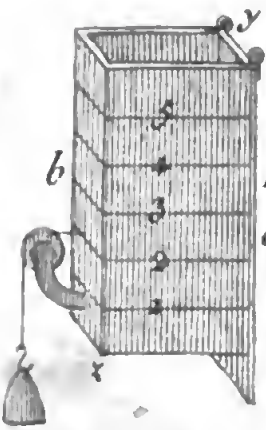
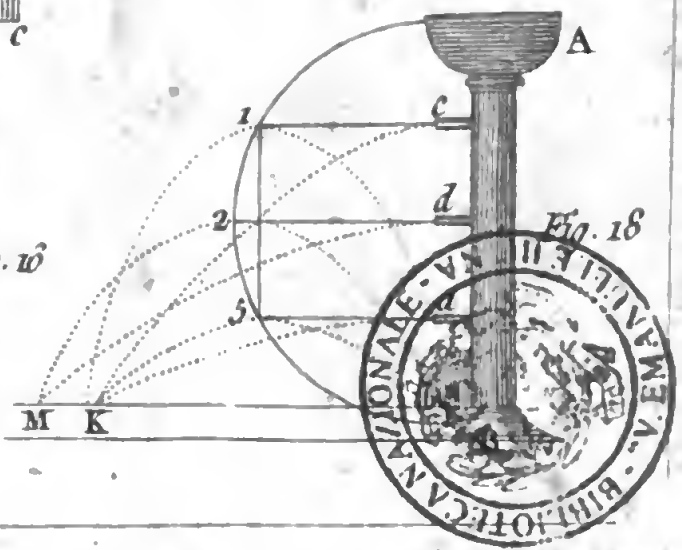


Fig. 17





BIBLIOTECA NAZIONALE V. EMANUELE

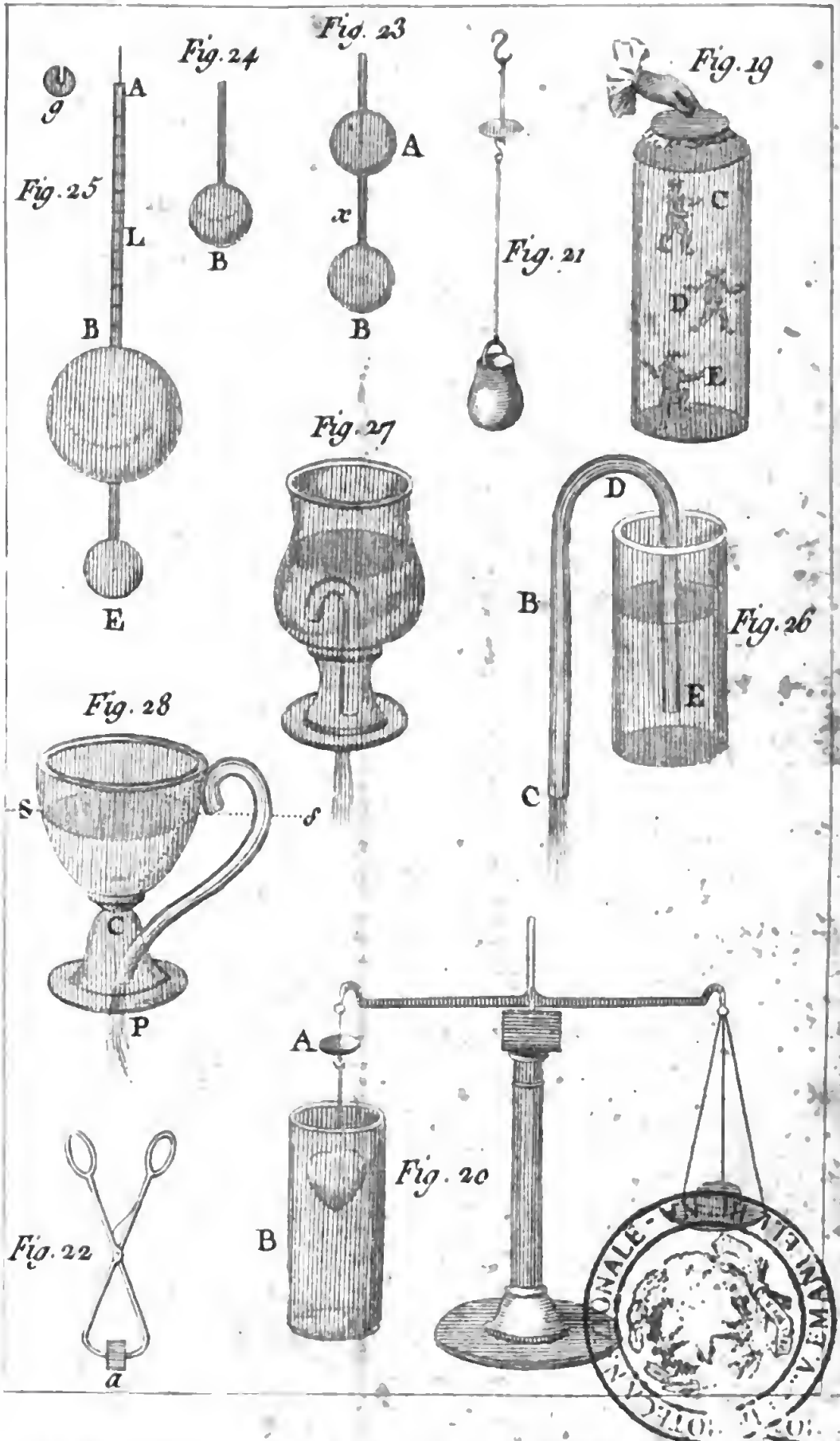


Fig. 23
Fig. 24
Fig. 19
g
A
Fig. 25
L
B
x
B
Fig. 21
C
D
E
B
E
Fig. 27
D
B
Fig. 26
E
C
Fig. 28
S
s
C
P
A
B
Fig. 20
Fig. 22
a

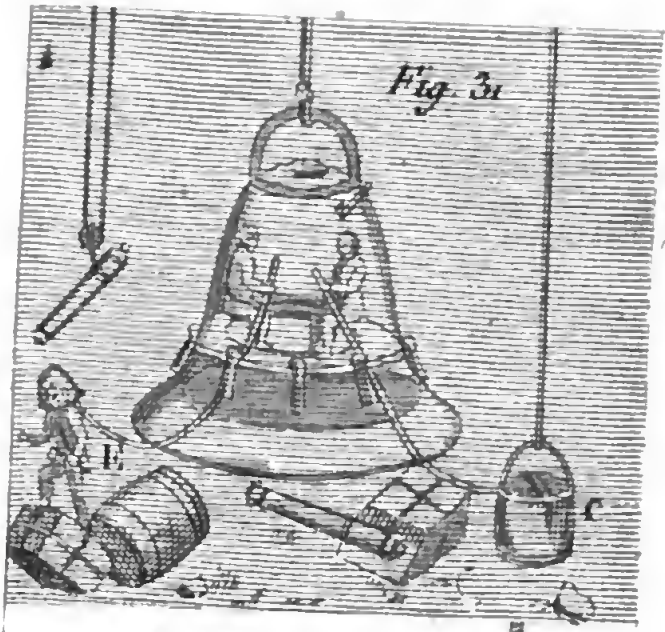


Fig. 31

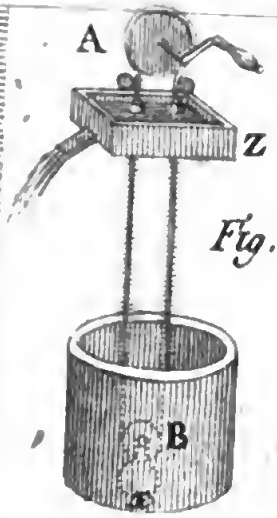


Fig. 36

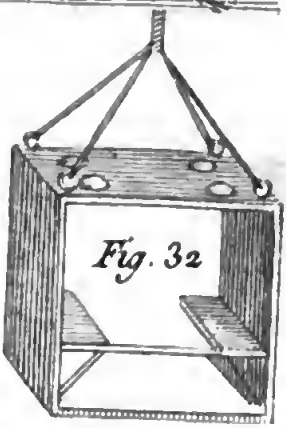


Fig. 32

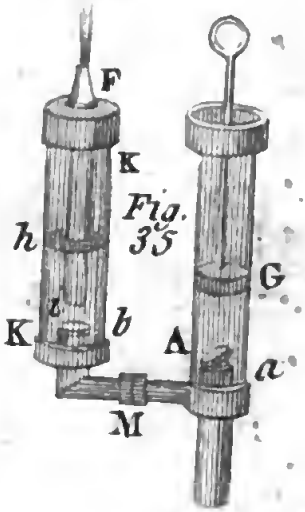


Fig. 35

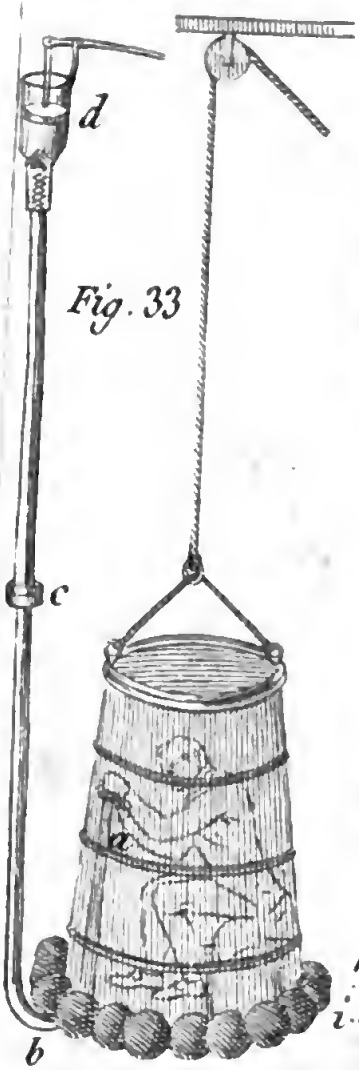


Fig. 33

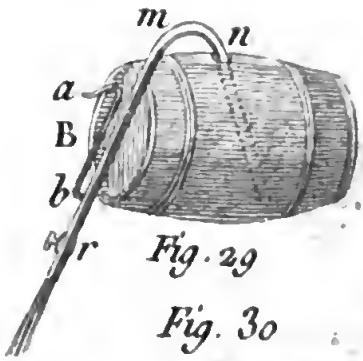
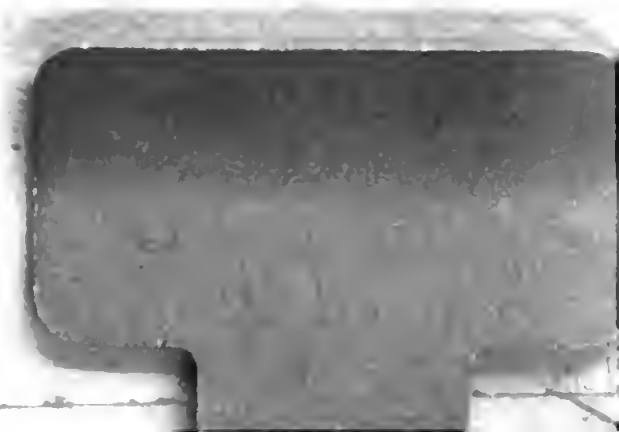


Fig. 29

Fig. 30

Fig. 34



BIBLIO